

船舶电站自动化管理系统分析

朱兴生¹, 庄肖波²

(1. 镇江中船瓦锡兰螺旋桨有限公司, 江苏 镇江 212011; 2. 江苏科技大学 江苏 镇江 212003)

摘 要:介绍了船舶电站自动化管理系统的基本功能和实现方案, 分析了各方案的优缺点, 并着重阐述了利用集成电路构建逻辑电路制造的自控装置来实现电站自动化和同步发电机准同步并车 PLC 控制系统的工作原理、硬件组成及软件设计。

关键词:船舶; 电站; 发电机并车; 可编程控制器

中图分类号: U665. 12

文献标识码: A

0 引言

随着社会的发展, 船舶电气化从直流到交流, 电压等级从 380V 至 3.3KV, 以及船舶轴带发电机的应用, 船舶电站自动化程度越来越高。船舶电站自动化装置从 20 世纪 60 年代采用继电器控制技术及其后来的晶体管分立元件控制技术, 到 70 年代的小规模集成电路及其后来的中大规模集成数字, 模拟电路控制技术, 至 80 年代的微处理控制技术, 90 年代的 PLC、微机控制技术, 船舶电站已形成完善的船舶自动电力管理系统。各种实现方案都有其优缺点, 我们要根据不同的船型和自动化等级要求, 以及成本要求, 来选择合适的电站自动化系统。

1 船舶电站自动化的主要功能

船舶电站综合自动化的主要任务是保证供电的安全可靠和改善劳动条件, 同时也提高运行的经济性。无论是分立元件、集成电路组成的、还是微机或 PLC 控制的船舶自动电力管理系统, 其大致功能有:

- (1) 发电机组根据负载需要, 自动起动、投入运行和自动停车。
- (2) 发电机和电网母线自动同步和自动并车。
- (3) 实现电网电压和频率的自动恒定。
- (4) 并联运行机组间自动实现负载(有功和无功)的分配和转移。
- (5) 按电站负载情况能自动卸除或投入次要负载。
- (6) 重载控制。

(7) 发电机组运行程序的选择, 以符合规定检修方案所给出的总运行时间。

(8) 故障的自行报警自动保护与按一定程序自动投入相应的完好机组, 并切除故障机组。

(9) 自动巡回检测、报警和打印记录。

2 目前几种电站自动化装置

(1) 利用分立元件构建逻辑电路制造的自控装置。这种装置我国早在 20 世纪 70 年代已开始研制生产, 如有自启停装置、调频调载装置及并车装置等产品。

(2) 利用单片机系统开发的小型自控装置。我国各科研院所于 20 世纪 80 年代末开始研制, 开发出各种功能的自控装置, 如自启停、调频调载、并车等装置。

(3) 利用集成电路构建逻辑电路制造的自控装置。如国外的 DEIF、WOODWARD、SIEMENS、SELCO 公司开发的并车、调频调载装置。

(4) PLC 系列电站自控装置。由于 PLC 本来就是为工业控制开发设计, 具有开发简单、周期短的优点, 而且还有对舰船电站的抗干扰能力强等优势, 所以在国内的船舶上大量使用。

(5) 利用工控微机开发的全自动监控装置。由于现代工控机具有极高的运行速度, 功能齐全的外接电路板, 大容量的存储空间, 使其具有极强的控制能力。在它的基础上配合专业开发的外部信号处理板, 使电站能够成为一个全自动的无人值守电站。

3 电站自动化装置的分析与系统实现

利用分立元件构建逻辑电路制造的自控装置该类产品的经过数十年的发展, 性能稳定可靠, 但元器件复杂, 易坏, 维修困难, 难以扩展构成全套的自控系

收稿日期: 2009-04-12

作者简介: 朱兴生(1975-), 男, 镇江中船瓦锡兰螺旋桨有限公司助理工程师, 主要从事电气自动化工作; 庄肖波(1973-), 男, 江苏科技大学电子信息学院硕士, 讲师, 研究方向为船舶自动化控制。

统。所以现在系统设计基本已经不再使用。

利用单片机系统开发的小型自控装置,成本低廉,编程方便,但是单片机抗干扰性差,容易出现误动作。因此现在系统设计基本也不怎么使用。

利用工控微机开发的全自动监控装置功能强大,但价格高维护困难,需要船员有一定的计算机操作知识和计算机维护能力,因此在国内还没有普及,只是在个别自动化等级要求高的船舶上使用。国外已陆续推出了采用局域网络的舰船电站控制系统。

利用集成电路构建逻辑电路制造的自控装置是现在国内外普遍使用的电站自动化装置。现以某产品 GPU 为例子,来说明如何实现电站自动化系统。

并车管理模块(GPC)标准控制器带显示板,该模块不但有并车管理功能还有发电机保护功能,其可选功能比较多,有主电网故障/失电保护 A2;主电网故障/失电保护 A3;主电网故障/失电保护 B1;发电机/汇流排频率/电压保护 C1;发电机附加保护 C2;发电机附加保护 D1;电压/无功/功率因数控制 D2;电压控制 E1;模拟量控制输出 EF2;一模拟量控制输出,一模拟量变送器输出 EF3;CAT 调制脉冲输出 EF4;一模拟量控制输出,一开关量控制输出 F1;二模拟量变送器输出 H1;CAN 总线 H2;MOD 总线 M1/M2;柴油机接口等。

图 1 所设计的系统目的是为了实 1 号与 2 号发电机组的电站自动化管理,每套发电机组配备 1 套并车管理模块(GPC)。GPC 并车管理模块首先通过检测 2 台发电机输出电压的大小、频率、相位,然后利用其对柴油机的调压调速功能来调节发电机的电压,以达到并车的条件。GPC 模块还具有逆功保护等功能,并车后,可完成功率的均衡分配。其中,柴油发电机组与 GPC 并车模块的绝大部分数据通过 RS485 总线进入 PLC 监控系统,并由 PLC 通过 TCP/IP 接口传入上位机存储、显示、打印等。

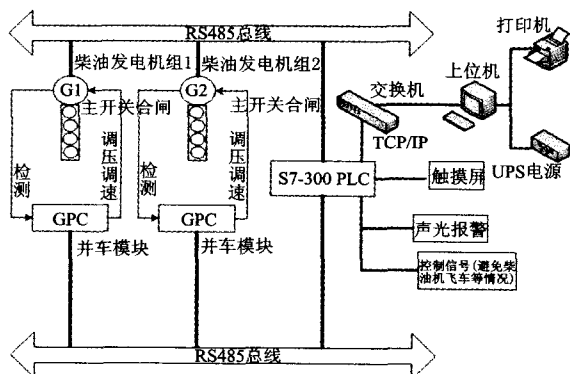


图 1 基于 GPU 的电站自动化系统图

该系统结构清晰,功能强大,但是对发电机组的要求比较高,价格也比较高。国内的一些发电厂

家的产品调速性能达不到要求,发出的调速信号,发电机没有及时反应,致使系统多次发出调速信号,反而容易出现震荡。

4 基于 PLC 的电站自动化管理系统的实现

对电站的管理,其最大特点是动作复杂、频繁,且有较多的执行元件如接触器。在这种场合使用继电器控制逻辑需要大量的中间继电器,而这些中间继电器在用 PLC 控制的情况下,就可以对其内部的辅助继电器进行编程后来取代。从物理介质方面来讲,前者是要用具体的电气元件来组合,而后者只是 PLC 的内部寄存器,在 PLC 编程容量许可的范围内,可以不花费额外的费用来实现复杂的控制逻辑。一般的 PLC 都有上百个内部辅助继电器甚至更多,且还有多种专用的内部继电器,足可以应付一般的控制要求,惟一需要做的工作就是对 PLC 进行编程。同时考虑到舰船电站的抗干扰能力,PLC 在这方面也有其极大的优越性。PLC 的另一个优点,那就是其运行速度及可靠性和寿命远远高于继电器控制方式,从上述意义上来讲,PLC 最适合于需要大量中间继电器的场合,且 PLC 与其他工业控制系统比较具有许多优点:

(1)更改控制逻辑只需修改软件,无需对硬件作改动,硬件设计大大简化。

(2)程序可以复制,批量生产很容易,且可靠性高。

(3)由于 PLC 除有继电器功能外,尚有多种其他功能,可以实现继电器无法实现的控制功能,实现某种程度上的智能化,并有可能使机构简化。

(4)具有扩展单元或扩展模块,当需要较多输入/输出时可以方便地扩展。

因此使用 PLC 的电站自动化管理系统价格合理,功能灵活,完全可以满足船检船舶电站自动化的要求,硬件设计中每台发电机组所测量的信号数据类型都相同,在此只列出 1 台机组的输入/输出信号和电网信号之间的联系。关于柴油机的信号:润滑油压力、冷却水温度、起动空气瓶压力、排烟总温度、柴油机飞轮转速。关于发电机的信号:发电机绕组温度、发电机端电压、电流、有功功率、电压频率、发电机电压与电网的相位差。关于电网的信号:电网电压、电网总有功功率、总电流、电网频率、各气开关线圈的开关状态。PLC 测控单元的控制信号(模拟量和开关量):柴油机组起动、停机、发电机并车、解列、柴油机组升速脉冲、减速脉冲。CPU 与发电机组之间信号如图 2 所示。

